

DIALOG(R)File 345:Inpadoc/Fam.& Legal Stat

(c) 2003 EPO. All rts. reserv.

15384115

Basic Patent (No,Kind,Date): JP 11204433 A2 990730 <No. of Patents: 001>

METHOD OF MANUFACTURING SEMICONDUCTOR FILM AND LIQUID CRYSTAL DISPLAY (  
English)

Patent Assignee: TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO

Author (Inventor): YANO KENSAKU

IPC: \*H01L-021/20; G02F-001/136; H01L-021/268

CA Abstract No: \*131(10)136856Q; 131(10)136856Q

Derwent WPI Acc No: \*C 99-484709; C 99-484709

Language of Document: Japanese

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applic No	Kind	Date
JP 11204433	A2	990730	JP 986626	A	980116 (BASIC)

Priority Data (No,Kind,Date):

JP 986626 A 980116

DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 2003 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

06262852    \*\*Image available\*\*

METHOD OF MANUFACTURING SEMICONDUCTOR FILM AND LIQUID CRYSTAL DISPLAY

PUB. NO.:        11-204433 [JP 11204433 A]

PUBLISHED:      July 30, 1999 (19990730)

INVENTOR(s):    YANO KENSAKU

APPLICANT(s):   TOSHIBA CORP

APPL. NO.:      10-006626 [JP 986626]

FILED:           January 16, 1998 (19980116)

INTL CLASS:     H01L-021/20; G02F-001/136; H01L-021/268

ABSTRACT

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method of manufacturing a semiconductor film capable of manufacturing a polysilicon film having an approximately uniform surface.

SOLUTION: A liquid crystal substrate 8 is beforehand formed on the surface of a glass substrate by forming an undercoat layer 6 made of silicon nitride and silicon oxide and amorphous silicon film 7 in order of mention. The liquid crystal substrate 8 is put on a stage 3 in an envelope 4 in which nitride gas is sealed at atmospheric pressure. The stage 3 is vibrated ultrasonically by an ultrasonic oscillating power supply at a frequency of approximately 30 MHz and reciprocated in a horizontal direction at a speed of an approximately 10 mm/sec. An excimer laser beam 12 emitted from a laser 13 and shaped through an optical system device 14 is projected onto the rectangular area on the liquid crystal substrate 8 through an optically transparent window 11. The amorphous silicon film 7 is melted and fluidized by the ultrasonic vibration, cooled and polycrystallized cooled after the irradiation. Impurities are not segregated at the crystal boundary and the silicon surface is formed flat.

COPYRIGHT: (C)1999, JPO

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-204433

(43)公開日 平成11年(1999)7月30日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

FI

H01L 21/20

H01L 21/20

G02F 1/136

500

G02F 1/136

500

H01L 21/268

H01L 21/268

F

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全6頁)

(21)出願番号

特願平10-6626

(22)出願日

平成10年(1998)1月16日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 矢野 健作

埼玉県深谷市幡羅町一丁目9番2号 株式

会社東芝深谷電子工場内

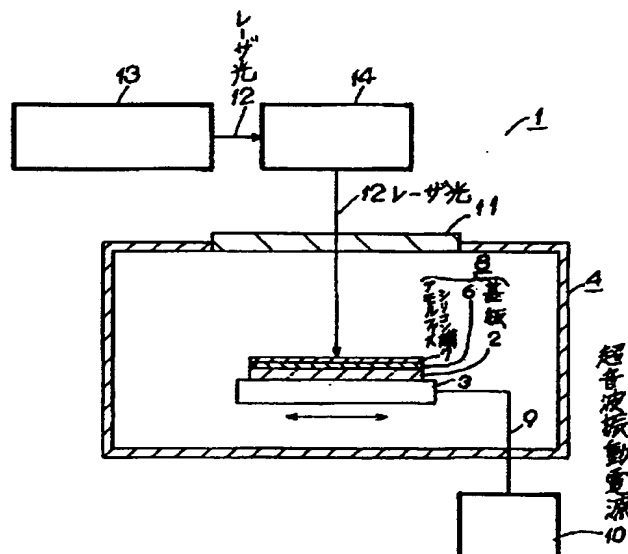
(74)代理人 弁理士 樺澤 襄 (外2名)

(54)【発明の名称】 半導体膜の製造方法および液晶表示装置

(57)【要約】

【課題】 略均一な表面のポリシリコン膜を得る半導体膜の製造方法を提供する。

【解決手段】 ガラス基板の上面にあらかじめ窒化珪素および酸化珪素にて構成したアンダーコート層6およびアモルファスシリコン膜7を順次積層形成して液晶基板8を構成する。液晶基板8を窒素ガスを大気圧で密閉した筐体4内のステージ3上に載置する。ステージ3を超音波振動電源10にて約30MHzの振動数で超音波振動するとともに約10mm/秒の速度で水平方向に往復移動する。レーザ装置13から出射し光学系装置14を介して整形したエキシマレーザ光12を、筐体4の光透過窓11を介して液晶基板8上に矩形状に照射する。アモルファスシリコン膜7は溶融して超音波振動により流動状態となり、照射終了から冷えて多結晶化する。不純物が結晶粒界に偏析せずポリシリコン膜の表面は平坦となる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に被着したアモルファスシリコン膜をレーザアニールしてポリシリコン膜に変化させる際に、基板に超音波振動を与えることを特徴とする半導体膜の製造方法。

【請求項2】 基板は、アモルファスシリコン膜がレーザアニールされてからポリシリコン膜に変化するまでに少なくとも前記基板の平面方向に1/4周期以上で超音波振動されることを特徴とした請求項1記載の半導体膜の製造方法。

【請求項3】 基板の超音波振動は、MHz単位以上であることを特徴とした請求項1記載の半導体膜の製造方法。

【請求項4】 請求項1ないし3いずれか一記載の半導体膜の製造方法により製造されたポリシリコン膜を備えたことを特徴とする液晶表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、アモルファスシリコン膜をレーザアニールしてポリシリコン膜に変化させる半導体膜の製造方法および液晶表示装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、液晶表示装置において、絶縁基板上に薄膜トランジスタ（Thin Film Transistor: TFT）の半導体層には、アモルファスシリコン膜に代えてポリシリコン膜が用いられてきている。このポリシリコン膜を形成する技術は、別個に形成していた走査回路と画素とを同時に絶縁基板上に形成でき、大幅にコストを低減できることから活発に研究開発されている。

【0003】 上述のポリシリコン膜を形成する方法としては、熱化学蒸着（熱CVD（Chemical Vapor Deposition））法およびレーザアニール法が知られている。

【0004】 そして、熱CVD法は、モノシラン（ $\text{SiH}_4$ ）ガスの熱分解により絶縁基板上にポリシリコン膜を形成する構成が採られている。しかしながら、この熱CVD法では、絶縁基板が少なくとも550℃以上に加熱されるため、一般のガラス基板は使用できないので高価な石英基板を用いなければならず、広く利用されにくい。

【0005】 一方、レーザアニール法は、安価なガラス基板が利用でき、現在では主流の方法である。そして、このレーザアニール法は、図6に示すように、レーザアニール処理装置1が用いられ、ガラス基板2を載置するステージ3を収容し例えば窒素ガス（ $\text{N}_2$ ）を大気圧で密閉して窒素雰囲気となる筐体4を有している。

【0006】 なお、ガラス基板2は、例えば縦寸法が400mm、横寸法が500mmの平板状で、図6および図7に示すように、一面である上面にはあらかじめ窒化珪素（ $\text{SiN}_x$ ：xは整数）や酸化珪素（ $\text{SiO}_y$ ：yは整数）にて構成されるアンダーコート層6および厚さ寸法

が約500オングストロームのアモルファスシリコン膜7が順次積層形成され、液晶基板8を構成している。

【0007】 また、これらアンダーコート層6およびアモルファスシリコン膜7は、スパッタリング法により形成する他に、膜厚分布が略均一となるモノシラン（ $\text{SiH}_4$ ）ガスのプラズマ化学蒸着（プラズマCVD）法により形成する。なお、このプラズマCVD法は、ガラス基板2の温度が250℃～350℃の間で行われる。このプラズマCVD法により形成されたアモルファスシリコン膜7には、約10原子%の水素が含まれている。このため、レーザアニール、すなわちレーザ光を照射してアモルファスシリコン膜7を多結晶化させてポリシリコン膜7aに変化させる前に、ガラス基板2の軟化点以下の温度である例えば500℃で脱水素処理し、レーザ光の照射時に水素が突沸することを抑えておく。

【0008】 そして、筐体4内に収容されたステージ3は、図示しない駆動手段にて例えば約10mm/秒の速度で水平方向に往復移動可能となっている。さらに、筐体4には、ステージ3に対向する上方に位置して光透過窓11が設けられている。

【0009】 また、レーザアニール処理装置1は、例えば約308nmのエキシマレーザ光12を出射するレーザ装置13を備えている。このレーザ装置13は、例えばパルス幅が約20ns、周波数が約300Hzおよび平均出力が約200Wの特性を有する。さらに、レーザアニール処理装置1は、レーザ装置13から出射されるエキシマレーザ光12を整形する縦・横軸ホモジナイザ、スリット、結像レンズおよびビームプロファイラなどを備えた光学系装置14を備えている。そして、この光学系装置14は、エキシマレーザ光12が光透過窓11を介して筐体4内に収容された液晶基板8上で幅寸法が約0.5mm、長さ寸法が約150mmの矩形状に、照射エネルギー密度が約450mJ/cm<sup>2</sup>で照射するように整形する。

【0010】 そして、液晶基板8にエキシマレーザ光12を照射してレーザアニールしてアモルファスシリコン膜7を多結晶化、すなわちポリシリコン膜7aに変化させる。このレーザアニールにより得られるポリシリコン膜7aは、エキシマレーザ光12の照射エネルギー密度が大きくなると、結晶粒は約0.5μm程度まで大きくなり、TFT構造にした際に移動度として100cm<sup>2</sup>/V以上となるのに十分な大きさとなる特性が得られる。しかしながら、図7に示すように、結晶粒界に山脈のような突起7bがガラス基板2の全面に発生する。そして、この突起7bは、アモルファスシリコン膜7の厚さ寸法が約500オングストロームであると、得られるポリシリコン膜7aの平坦部で厚さ寸法が約500オングストローム、突起7bの部分で厚さ寸法が約1000オングストロームとなる。この突起7bは、明らかではないがエキシマレーザ光12の照射により溶融して結晶化し冷却して固化する際に不純物が粒界に追い出されるように偏析することにより

発生するものと思われる。そして、この突起7bは、加工において膜残りを生じたり、形成されるゲート絶縁膜の損傷や電解集中による耐圧低下を生じるなどの加工性や信頼性の低下を生じる。

【0011】そこで、半導体の製造において行われる化学研磨の方法を用いることも考えられる。しかしながら、特に液晶表示装置用の液晶基板8のように面積が広い場合には、この化学研磨により略均一に研磨することは非常に困難である。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】 上述したように、エキシマレーザ光12を照射してアモルファスシリコン膜7を多結晶化させてポリシリコン膜7aを形成するレーザアニール法では、結晶粒界に対応する表面に山脈状の突起7bが形成されるため、膜残りがゲート絶縁膜の破損および耐圧低下を生じる問題がある。

【0013】本発明は、上記問題点を鑑みて、略均一な表面のポリシリコン膜が得られる半導体膜の製造方法および液晶表示装置を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】 本発明は、基板上に被着したアモルファスシリコン膜をレーザアニールしてポリシリコン膜に変化させる際に、基板に超音波振動を与えるもので、基板上に被着したアモルファスシリコン膜をレーザアニールしてポリシリコン膜に変化させる際に基板を超音波振動させることにより、不純物の偏析を阻止して、表面に不純物の偏析による突起の発生を抑制する。

【0015】また、基板は、アモルファスシリコン膜がレーザアニールされてからポリシリコン膜に変化するまでに少なくとも前記基板の平面方向に1/4周期以上で超音波振動されるもので、アモルファスシリコン膜がレーザアニールされてからポリシリコン膜に変化するまでに少なくとも基板を平面方向に1/4周期以上で超音波振動させるので、不純物が偏析して発生する突起が固化する前に少なくとも1回は振動されて得られるポリシリコン膜の表面が平坦化される。

【0016】さらに、基板の超音波振動は、MHz単位以上であるもので、基板をMHz単位以上で超音波振動させることにより、不純物が偏析して発生する突起が固化する前に確実に振動させて得られるポリシリコン膜の表面が平滑化される。

【0017】また、請求項1ないし3いずれか一記載の半導体膜の製造方法により製造されたポリシリコン膜を備えたもので、液晶表示装置に請求項1ないし3いずれか一記載の半導体膜の製造方法により製造されたポリシリコン膜を備えることにより、信頼性が向上し表示面の大型化が容易に図れる。

【0018】

【発明の実施の形態】 以下、本発明の半導体膜の製造方

法の一実施の形態の製造装置の構成を図面を参照して説明する。

【0019】なお、図6および図7に示す従来例に対応する部分には、同一の符号を付して説明する。

【0020】図1において、1はレーザアニール処理装置で、このレーザアニール処理装置1は、ガラス基板2を載置するステージ3を収容し例えば窒素ガス( $N_2$ )を大気圧で密閉して窒素雰囲気となる筐体4を有している。

【0021】なお、ガラス基板2は、例えば縦寸法が400mm、横寸法が500mmの平板状で、図1および図2に示すように、一面である上面にはあらかじめ窒化珪素( $SiN_x$ : xは整数)や酸化珪素( $SiO_y$ : yは整数)にて構成されるアンダーコート層6および厚さ寸法が約500オングストロームのアモルファスシリコン膜7が順次積層形成され、液晶基板8を構成している。

【0022】また、これらアンダーコート層6およびアモルファスシリコン膜7は、スパッタリング法により形成する他に、膜厚分布が略均一となるモノシラン( $SiH_4$ )ガスのプラズマ化学蒸着(プラズマCVD)法により形成する。なお、このプラズマCVD法は、ガラス基板2の温度が250℃~350℃の間で行われる。このプラズマCVD法により形成されたアモルファスシリコン膜7には、約10原子%の水素が含まれている。このため、レーザアニール、すなわちレーザ光を照射してアモルファスシリコン膜7を多結晶化させてポリシリコン膜7aに変化させる前に、ガラス基板2の軟化点以下の温度である例えば500℃で脱水素処理し、レーザ光の照射時に水素が突沸することを抑えておく。

【0023】そして、筐体4内に収容されたステージ3は、図示しない駆動手段にて例えば約10mm/秒の速度で水平方向に往復移動可能となっている。また、ステージ3は、ケーブル9を介して筐体4外に配設された超音波振動電源10に接続され、所定の振動数で超音波振動する。さらに、筐体4には、ステージ3に対向する上方に位置して光透過窓11が設けられている。

【0024】また、レーザアニール処理装置1は、例えば約308nmのエキシマレーザ光12を出射するレーザ装置13を備えている。このレーザ装置13は、例えばパルス幅が約20ns、周波数が約300Hzおよび平均出力が約200Wの特性を有する。さらに、レーザアニール処理装置1は、レーザ装置13から出射されるエキシマレーザ光12を整形する縦・横軸ホモジナイザ、スリット、結像レンズおよびビームプロファイラなどを備えた光学系装置14を備えている。そして、この光学系装置14は、エキシマレーザ光12が光透過窓11を介して筐体4内に収容された液晶基板8上で幅寸法が約0.5mm、長さ寸法が約150mmの矩形状に、照射エネルギー密度が約450mJ/cm<sup>2</sup>で照射するように整形する。

【0025】次に、上記レーザアニール処理装置1を用

いてアモルファスシリコン膜7をレーザアニールして多結晶化する動作を図面を参照して説明する。

【0026】まず、あらかじめ例えば縦寸法が400mm、横寸法が500mmの平板状のガラス基板2の上面に、窒化珪素( $\text{SiN}_x$ : xは整数)や酸化珪素( $\text{SiO}_y$ : yは整数)にて構成されるアンダーコート層6および厚さ寸法が約500オングストロームのアモルファスシリコン膜7を順次積層形成して構成された液晶基板8を、ステージ3上に載置するとともに、窒素ガス( $\text{N}_2$ )を大気圧で筐体4内に密閉しておく。

【0027】そして、図3に示すように、ステージ3を超音波振動電源10にて例えば約30MHzの振動数で超音波振動させるとともに図示しない駆動手段にて例えば約10mm/秒の速度で水平方向に往復移動しつつ、レーザ装置13から出射され光学系装置14を介して整形されたエキシマレーザ光12を、筐体4の光透過窓11を介して液晶基板8上に幅寸法が約0.5mm、長さ寸法が約150mmの矩形状に照射する。

【0028】このエキシマレーザ光12の照射により、液晶基板8の表面の温度であるアモルファスシリコン膜7の温度は、図4に示すように照射開始時間t1より急激に上昇し、時間t2でシリコンの融点1414℃に達してアモルファスシリコン膜7が溶融し始め、溶け終わる時間t3まで温度は一定となる。そして、溶け終わると、エキシマレーザ光12の出射の停止であるパルス終端時間t4まで温度はさらに上昇し続ける。このエキシマレーザ光12の照射終了から溶融したシリコンは冷え始め、時間t5で固化し始めて多数の結晶が生成し、時間t6まで一定の温度で多数の結晶が成長して時間t6で完全に固化してポリシリコン膜7aが得られ、以降液晶基板8全体が冷却する。

【0029】ここで、アモルファスシリコン膜7がエキシマレーザ光12を照射されてレーザアニールされてからポリシリコン膜7aに変化するまでの時間t1から時間t6までの時間は、アンダーコート層6の有無や種類、液晶基板8の周囲の雰囲気、大気圧か真空状態かなどの圧力状態などの熱の放熱状態により異なるが、上記実施の形態の条件においては約100n秒単位程度と考えられる。

【0030】また、エキシマレーザ光12が照射されてレーザアニールされポリシリコン膜7aに変化する間、ステージ3上に載置された液晶基板8には、約30MHzの振動数で超音波振動が加えられている。このため、表面が平滑なポリシリコン膜7aが得られる。これは、溶融してから多結晶化して固化しポリシリコン膜7aに変化するまでに、振動により溶融したシリコンが流動する状態となり、不純物の偏析が阻止され、表面に不純物の偏析による突起の発生が抑制される現象が生じたものと考えられる。

【0031】なお、この超音波振動は、上述のポリシリコン膜7aが得られるまでの時間t1から時間t6までの約1

00n秒単位程度の時間の間に、流動して表面が平滑となるように、液晶基板8に少なくとも膜の平面方向である水平方向に1/4振動である1/4周期以上の振動を加える必要がある。このため、おおよそ2.5MHz以上の周波数を有する超音波振動を加える必要があることがわかる。

【0032】次に、上記レーザアニール処理装置1を用いてレーザアニールの際に加える超音波振動の条件と得られるポリシリコン膜7aの表面の平滑性との関係について説明する。

【0033】そして、超音波振動の条件としては、振動数が0である振動を加えない条件、振動数が1MHz、5MHz、10MHzおよび30MHzの各条件で加え、レーザアニールした。この結果を図5に示す。なお、この図5は、横軸が出力100Wでの振動数、縦軸が得られたポリシリコン膜7aの表面に発生した突起の高さ寸法である。

【0034】この図5に示す結果から、振動数が1MHzまでは、従来の振動を加えないものとほとんど同様に突起が発生して、超音波振動の効果は認められなかったが、5MHz程度から超音波振動の効果が認められ、10MHzでは突起の高さ寸法が700オングストロームまで低くなり、30MHzでは完全に平坦となった。

【0035】上述したように、レーザアニールによりアモルファスシリコン膜7を多結晶化してポリシリコン膜7aに変化させる際に、超音波振動を与えることにより、不純物の偏析が阻止され、表面に不純物の偏析による突起の発生が抑制されて、表面が平坦なポリシリコン膜7aが得られる。このため、膜残り、あるいは、後に表面に設けられ薄膜トランジスタ(Thin Film Transistor: TFT)構造を構成するゲート絶縁膜の破損および電解集中による耐圧低下を防止でき、加工の均一性および信頼性を向上できる。

【0036】また、アモルファスシリコン膜7がエキシマレーザ光12を照射されてから多結晶化して固化しポリシリコン膜7aに変化するまでに、少なくとも液晶基板8を平面方向に1/4周期以上で超音波振動させるため、不純物が偏析して発生する突起が固化する前に少なくとも1回は振動されるので、得られるポリシリコン膜7aの表面が確実に平滑化される。

【0037】さらに、液晶基板8をMHz単位以上で超音波振動させることにより、固化してポリシリコン膜7aに変化する前に確実に振動が加えられて不純物の偏析による突起の発生を防止でき、得られる表面が平坦なポリシリコン膜7aが確実に得られる。

【0038】なお、上記実施の形態において、液晶表示装置のTFT構造を形成するためにアモルファスシリコン膜7をレーザアニールしてポリシリコン膜7aに変化させる方法について説明したが、レーザアニールにて表面が平坦なポリシリコン膜7aを得るためのいずれのものを

対象とすることができる。

【0039】また、厚さ寸法が500オングストロームのアモルファスシリコン膜7にパルス幅が約20n秒で周波数が約300Hzのエキシマレーザ光12を照射して、少なくともおおよそ2.5MHz以上の振動数で超音波振動して説明したが、膜厚やレーザ特性により効果が現れる超音波振動数は変わる。

【0040】

【発明の効果】本発明によれば、基板上に被着したアモルファスシリコン膜をレーザアニールしてポリシリコン膜に変化させる際に基板に超音波振動を与えるため、不純物の偏析を阻止して表面に不純物の偏析による突起の発生を抑制でき、表面が平坦なポリシリコン膜ができる。

【0041】また、アモルファスシリコン膜がレーザアニールされてからポリシリコン膜に変化するまでに少なくとも基板を平面方向に1/4周期以上で超音波振動させるため、ポリシリコン膜に変化する前に少なくとも1回は振動されるので、不純物の偏析による突起の発生が抑制され、得られるポリシリコン膜の表面が確実に平坦にできる。

【0042】さらに、基板をMHz単位以上で超音波振動させるため、固化する前に確実に振動させて確実に表

面が平坦なポリシリコン膜ができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の一形態のレーザアニール処理装置を示すブロック図である。

【図2】同上液晶基板を示す断面図である。

【図3】同上エキシマレーザ光が照射されている液晶基板を示す断面図である。

【図4】同上エキシマレーザ光が照射されることによるシリコンの状態変化を説明するグラフである。

【図5】同上レーザアニールの際の超音波振動の振動数と突起の高さ寸法との関係を示すグラフである。

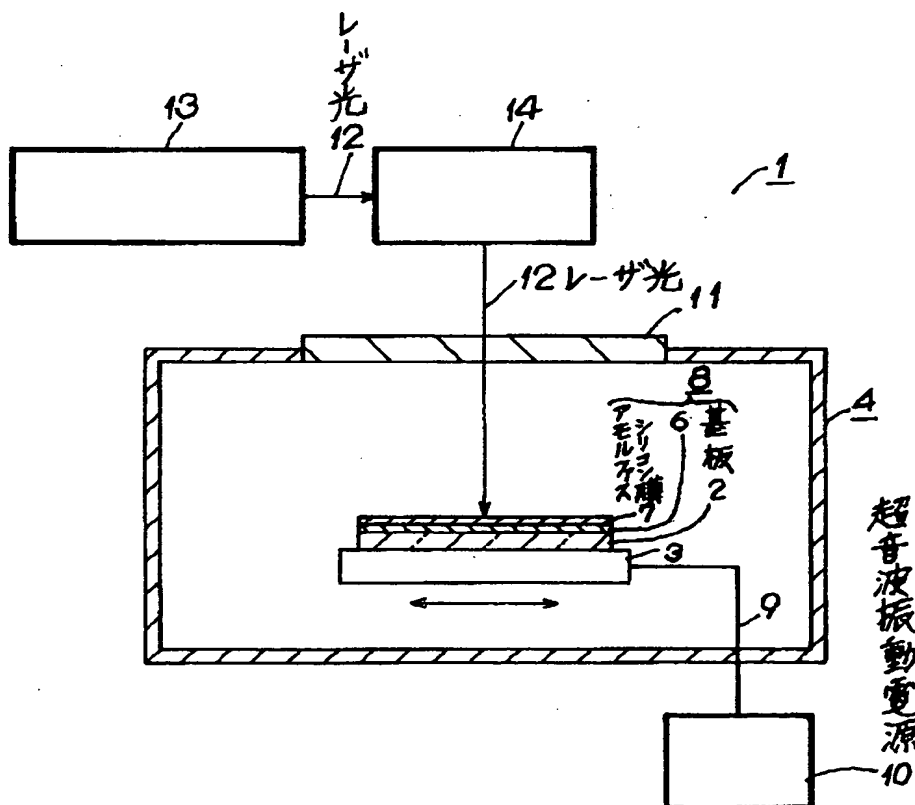
【図6】従来例のレーザアニール処理装置を示すブロック図である。

【図7】同上レーザアニールによりアモルファスシリコン膜が多結晶化されてポリシリコン膜に変化された液晶基板を示す断面図である。

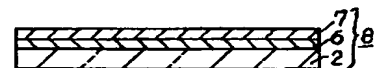
【符号の説明】

- 2 基板
- 7 アモルファスシリコン膜
- 7a ポリシリコン膜
- 10 超音波振動電源
- 12 レーザ光

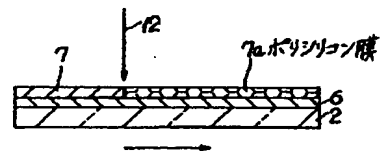
【図1】



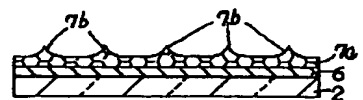
【図2】



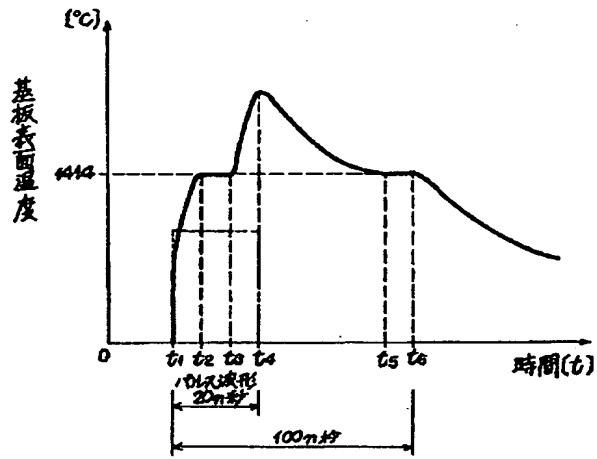
【図3】



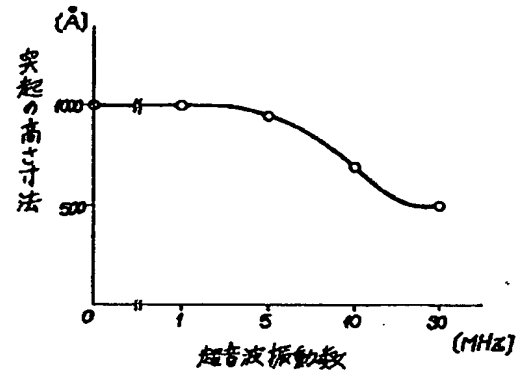
【図7】



【図4】



【図5】



【図6】

